Mode d'emploi

Cet ouvrage contient des corrigés sur le modèle des meilleures copies de concours. Outre que les réponses données sont exactes et complètes, une excellente copie se distingue par sa rédaction succincte mais efficace.

Pendant l'année, vos professeurs vous invitent, avec raison, à rédiger très soigneusement, peut-être même laborieusement, pour vous habituer à vous interroger sur votre démarche à mesure que vous la déroulez ; pour vous permettre de vérifier que vos explications s'enchaînent de manière parfaitement logique ; pour, enfin, bien faire comprendre que les idées ne sont pas dans les équations mais entre les équations. Leur insistance sur la rédaction a donc une portée pédagogique ; bien rédiger, c'est bien penser. En fin d'année, vous devez savoir produire une rédaction de ce type, un peu longue et mécanique mais sans mauvaise surprise. C'est un point de départ obligé.

Aux concours, toutefois, il n'y a pas de points de bonus pour les copies parfaitement rédigées. Et pas non plus de temps à perdre. Un correcteur n'a pas besoin de lire en détail chaque phrase, il repère très vite si le candidat répond correctement à la question. En outre, pour chacune des 500 copies qu'il doit corriger aussi vite que possible, il doit suivre un barème qui apporte des points selon le fond (« Toutes les hypothèses du théorème sont bien vérifiées : 1 point »), pas selon la forme – même s'il est fortement conseillé de simplifier son travail en écrivant correctement et en encadrant les résultats. Une rédaction efficace doit rester claire et rigoureuse, mais elle n'a pas besoin d'être scolaire. L'élégance réside dans la précision et la légèreté. Tout ce qui n'apporte pas du sens peut être éliminé. Attention toutefois, n'enlevez pas trop de choses : rédiger de manière insuffisante ou télégraphique entraîne une perte de points, jusqu'à 10% de la note. Vous aurez trouvé le bon équilibre lorsque vous aurez enlevé de votre rédaction tout ce qui peut l'être, et pas plus. C'est un apprentissage délicat, mais rémunérateur car il économise votre temps pendant les épreuves. Cet ouvrage vous y aidera.

Les corrigés que vous allez découvrir sont courts car ils apportent exactement les bons arguments. Gardez cependant à l'esprit qu'ils sont écrits pour un correcteur et non pour un élève : si certains passages vous semblent trop rapides, n'hésitez pas à vous reporter à des corrigés très détaillés comme ceux des *Annales des Concours*. Ici, vous apprendrez par l'exemple comment produire une copie complète et parfaite.

Contacts

Pour signaler une erreur : `Errare.humanum.est@H-K.fr`
Pour envoyer une idée ou une critique : `contact@H-K.fr`

Retrouvez-nous en ligne

Si des erreurs nous sont signalées, elles seront détaillées, ainsi que des correctifs, sur notre site `www.H-K.fr`. Vous y trouverez également bien d'autres outils pour préparer vos concours.

Bon travail, et bonne réussite !
Les auteurs

Sommaire

		Énoncé	Corrigé
Mines-Ponts			
Physique 1 2009	Le rayonnement fossile. *mécanique du point, thermodynamique, électromagnétisme*	7	14
Physique 1 2008	Quelques oscillations. *mécanique du solide, électrocinétique*	23	27
Physique 1 2007	Corde pesante et vibrante. *mécanique, physique des ondes*	34	39
Physique 2 2009	Le rayon vert. *thermodynamique, optique géométrique, rayonnement dipolaire*	48	57
Physique 2 2008	Dispositifs magnétiques. *magnétostatique, mécanique du point, mouvement des particules chargées, électrostatique*	65	72
Physique 2 2007	Étude d'un milieu diélectrique et optique. *mécanique du point, oscillateur harmonique, électromagnétisme dans les milieux, optique géométrique et ondulatoire*	81	88
Centrale-Supélec			
Physique 1 2009	Détection pyroélectrique d'interférences d'ondes thermiques. *diffusion thermique, électrocinétique, ondes*	96	109
Physique 1 2008	Biophysique de la bactérie *E. Coli*. *mécanique des fluides, diffusion, électrostatique*	121	134
Physique 1 2007	Étude de certains phénomènes colorés. *électromagnétisme dans les milieux, mécanique du point, optique ondulatoire, dipôle oscillant*	142	154

Physique 2 2009	Étude de la formation et de la croissance des stalactites. *thermodynamique, mécanique des fluides, diffusion thermique, diffusion de particules*	165	178
Physique 2 2008	À propos du débitmètre à effet Coriolis. *mécanique du point, ondes stationnaires, induction électromagnétique, électronique*	187	203
Physique 2 2007	Navigation côtière. Sillage des avions et des bateaux. *électromagnétisme, acoustique, mécanique des fluides, ondes*	216	224

Concours Communs Polytechniques

Physique 1 2009	Voile solaire. Vibrations transverses. *mécanique, ondes mécaniques*	236	246
Physique 1 2008	Eau et micro-ondes. Écoulement de fluides autour de sphères. *électromagnétisme, mécanique des fluides, mécanique du solide*	253	263
Physique 1 2007	Jeux d'eau et de lumière. Mesure des ondes sismiques. *optique, mécanique, électrocinétique, induction, physique des ondes*	270	283
Physique 2 2009	Effets de moyenne en régimes oscillatoires rapides. Propagation le long de lignes à constantes réparties. *ondes, interférences, diffraction, électrocinétique, transfert thermique*	292	303
Physique 2 2008	Mouvement de charges électriques en milieu neutre. « Contrariétés » expérimentales. *électromagnétisme, optique géométrique et ondulatoire, électronique*	312	324
Physique 2 2007	Fentes d'Young. Mise en équilibre thermique. *diffraction, analogie électrique, conduction thermique, électrocinétique, amplificateur opérationnel*	333	345

CCP Physique 1 PC 2009 — Corrigé

I.1.1 En coordonnées polaire, on a

$$\boxed{\overrightarrow{v} = \dot{r}\,\overrightarrow{e_r} + r\dot{\theta}\,\overrightarrow{e_\theta} \qquad \text{et} \qquad \overrightarrow{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\,\overrightarrow{e_r} + (2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\,\overrightarrow{e_\theta}}$$

I.1.2 La force d'attraction exercée par le Soleil sur une masse m s'écrit

$$\boxed{\overrightarrow{\mathrm{F_S}} = -\frac{\mathcal{G}\mathcal{M}_\mathrm{S} m}{r^2}\,\overrightarrow{e_r}}$$

La force de gravitation étant **centrale**, le moment cinétique du point m est conservé. Comme elle est de plus **conservative** et seule à s'exercer, l'énergie mécanique du point m est elle aussi conservée.

I.1.3 Dans le référentiel héliocentrique supposé galiléen, le principe fondamental de la dynamique (PFD) sur m soumis à la seule force de gravitation s'écrit

$$\boxed{m\left[(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\,\overrightarrow{e_r} + (2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\,\overrightarrow{e_\theta}\right] = -\frac{\mathcal{G}\mathcal{M}_\mathrm{S} m}{r^2}\,\overrightarrow{e_r}}$$

Dans le cadre d'une orbite circulaire de rayon r, la projection sur $\overrightarrow{e_r}$ donne

$$-m\,r\dot{\theta}^2 = -\frac{\mathcal{G}\mathcal{M}_\mathrm{S} m}{r^2}$$

soit

$$\boxed{\mathrm{T} = \frac{2\pi}{\dot{\theta}} = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{\mathcal{G}\mathcal{M}_\mathrm{S}}} = 690 \text{ jours}}$$

I.1.4 La relation demandée revient à

$$m\ddot{r} = -\frac{\mathrm{dE_p}}{\mathrm{d}r} = \frac{\mathcal{L}^2}{mr^3} - \frac{\mathcal{G}\mathcal{M}_\mathrm{S} m}{r^2}$$

Or, la projection selon $\overrightarrow{e_r}$ du PFD donne

$$m\ddot{r} - mr\dot{\theta}^2 = -\frac{\mathcal{G}\mathcal{M}_\mathrm{S} m}{r^2}$$

d'où, par identification,

$$mr\dot{\theta}^2 = \frac{\mathcal{L}^2}{mr^3}$$

soit

$$\boxed{\mathcal{L} = mr^2\dot{\theta}}$$

$\mathcal{L}$ est le moment cinétique de la particule, qui est bien conservé par la force centrale, ce qui justifie a posteriori l'expression de l'énergie potentielle effective et on a bien

$$\boxed{m\ddot{r} = -\frac{\mathrm{dE_p}}{\mathrm{d}r}}$$

I.1.5 L'énergie totale du système (qui est une quantité conservée) peut s'écrire

$$\mathrm{E_m} = \frac{1}{2}\,m\dot{r}^2 + \mathrm{E_p}(r)$$

Dans les trois cas présentés :
• si $E_m = E_A$, on a $\dot{r} = 0$: la trajectoire est **circulaire** car r ne varie pas ;
• si $E_m = E_B$, la trajectoire reste **liée** mais oscille entre deux valeurs extrêmes de r ;
• si $E_m = E_C$, la particule peut partir à l'infini : c'est un **état de diffusion**.

I.2.1 La quantité de mouvement cédée à la voile par la particule vaut

$$\delta\overrightarrow{p} = -(\overrightarrow{p_r} - \overrightarrow{p_i}) = -\left[\left(p\sin\alpha\,\overrightarrow{u} - p\cos\alpha\,\overrightarrow{n}\right) - \left(p\sin\alpha\,\overrightarrow{u} + p\cos\alpha\,\overrightarrow{n}\right)\right]$$

soit $$\boxed{\delta\overrightarrow{p} = 2p\cos\alpha\,\overrightarrow{n} = 2p\left[\cos^2\alpha\,\overrightarrow{e_r} + \cos\alpha\sin\alpha\,\overrightarrow{e_\theta}\right]}$$

avec $\overrightarrow{n} = \cos\alpha\,\overrightarrow{e_r} + \sin\alpha\,\overrightarrow{e_\theta}$.

I.2.2 Pendant le temps Δt, la voile subit $N_i\Delta t$ chocs, d'où $\Delta\overrightarrow{p} = N_i\Delta t\,\delta\overrightarrow{p}$ soit

$$\boxed{\frac{\Delta\overrightarrow{p}}{\Delta t} = N_i\,\delta\overrightarrow{p}}$$

En appliquant le PFD à la voile, on identifie $\overrightarrow{F}$ à $\Delta\overrightarrow{p}/\Delta t$, c'est-à-dire

$$\boxed{\overrightarrow{F} = N_i\,2p\cos\alpha\,\overrightarrow{n} = N_i\,2p\left[\cos^2\alpha\,\overrightarrow{e_r} + \cos\alpha\sin\alpha\,\overrightarrow{e_\theta}\right]}$$

I.2.3 Comme $N_i = \phi_i S\cos\alpha$ et $\Phi = E\,\phi_i = pc\,\phi_i$, on trouve

$$\boxed{N_i = \frac{\Phi\,S\cos\alpha}{pc} \qquad \text{soit} \qquad \overrightarrow{F} = \frac{2\Phi\,S}{c}\cos^2\alpha\,\overrightarrow{n}}$$

I.2.4 Comme $\overrightarrow{n} = \cos\alpha\,\overrightarrow{e_r} + \sin\alpha\,\overrightarrow{e_\theta}$, on a

$$F_\theta = \frac{2\Phi\,S}{c}\cos^2\alpha\,\overrightarrow{n}\cdot\overrightarrow{e_\theta} = \frac{2\Phi\,S}{c}\cos^2\alpha\,\sin\alpha$$

soit $$\frac{dF_\theta}{d\alpha} = \frac{2\Phi\,S}{c}\left[-2\cos\alpha\,\sin^2\alpha + \cos^3\alpha\right] = \frac{2\Phi\,S}{c}\cos\alpha\left[1 - 3\sin^2\alpha\right]$$

De ce fait, $$\frac{dF_\theta}{d\alpha} = 0 \iff \cos\alpha = 0 \quad\text{ou}\quad \sin^2\alpha = \frac{1}{3}$$

$$\iff \alpha = 0 \quad\text{ou}\quad \alpha = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) \quad \text{car } \alpha \in \left[0\,;\frac{\pi}{2}\right[$$

Comme F_θ est nulle en 0 et $\pi/2$ et positive partout ailleurs, la poussée orthoradiale est maximale pour

$$\boxed{\alpha_m = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) = 35{,}3°}$$

I.2.5 Avec les valeurs fournies par l'énoncé,

$$\boxed{a = \frac{F_\theta}{m} = \frac{2\Phi\,S}{mc}\cos^2\alpha_m\,\sin\alpha_m = 3{,}5.10^{-5}\ \text{m.s}^{-2}}$$